第８章　　進化・分類

第44講　生命の歴史

■生命の歴史

◆古生代まで

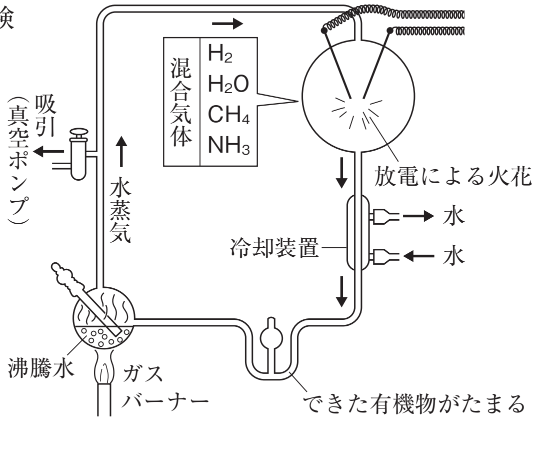
46億年前	→	40億年前	→	26億年前	→	20億年前	→	5.5億年前
地球の誕生		生命の誕生		シアノバクテリアの繁栄		真核生物の出現		古生代

◆化学進化　…　生命が誕生する以前の有機物の生成過程

無機物　→　簡単な有機物　→　複雑な有機物

	無機物		簡単な有機物		複雑な有機物
ミラーの仮定 還元型大気	CH_4　NH_3 H_2O　H_2	⇨	アミノ酸 ヌクレオチド 単糖 脂肪酸 など	⇨	タンパク質 核酸（DNA，RNA） 多糖 脂肪
現在の仮定 酸化型大気	CO_2　N_2 H_2O				

・ミラーの実験



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光合成の進化

・シアノバクテリア以前の光合成　…　光合成細菌による光合成

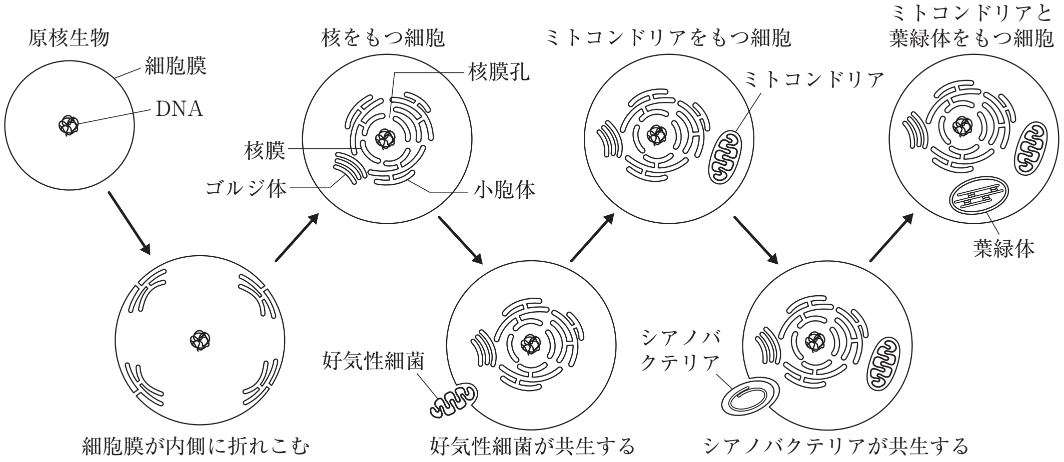
$$6CO_2 + 12H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

・シアノバクテリアによる光合成

$$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

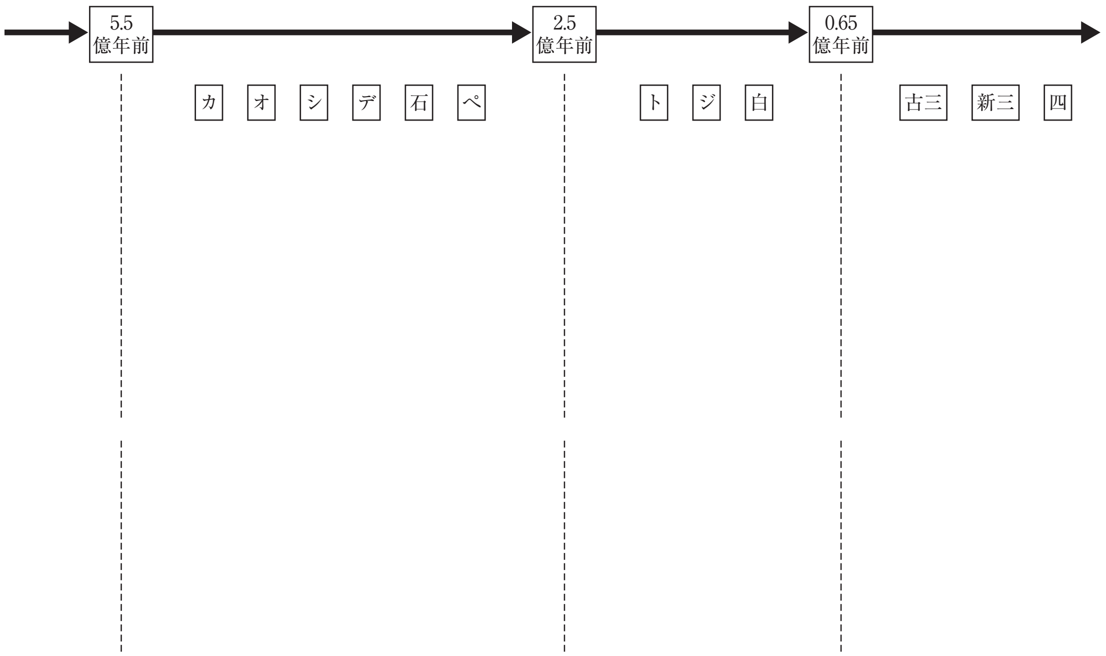
酸素の発生　→　縞状鉄鋼層の形成（海中の鉄の沈降）
好気性細菌の出現
徐々にオゾン層を形成

◆真核生物の進化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆古生代　→中生代　→新生代



カ　：　カンブリア紀
オ　：　オルドビス紀
シ　：　シルル紀
デ　：　デボン紀
石　：　石炭紀
ペ　：　ペルム紀(二畳紀)
ト　：　トリアス紀(三畳紀)
ジ　：　ジュラ紀
白　：　白亜紀
古三　：　古第三紀
新三　：　新第三紀
四　：　第四紀

・示準化石…その化石の含まれる地層が堆積した地質年代を示す化石。
ex　古生代…三葉虫，フズリナ
　　中生代…恐竜，アンモナイト
　　新生代…大型哺乳類，ビカリア

・示相化石…その化石が含まれる地層の過去の環境を示す化石。
ex　ホタテ…冷たい海
　　サンゴ…暖かくて浅い海
　　ブナ　…涼しい陸上

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　演習問題

次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

約46億年前に地球が誕生してから現在まで，大気を構成する気体の濃度は，生物の進化と関連しながら，大きく変化してきた。図1は生物の代謝系の進化と深い関係をもつ2種類の気体の大気中における濃度の変化を示している。

原始地球においては，まず(a)無機物から生命体のもととなる有機物がつくられた。この過程は[1]と呼ばれる。さらにこの有機物をもとにして，海洋において生物が誕生した。(b)最初の生物は嫌気呼吸型従属栄養生物であったと考えられ，以降，新しい代謝系をもつ生物が現れた。このような進化の初期の段階で現れた生物は，核や細胞小器官をもたない[2]であった。その後，核やその他の細胞小器官を備えた生物である[3]が現れ，(c)エネルギーの調達や物質の合成などを，独立した細胞小器官で行うことが可能となった。

生物の代謝による(d)大気中の気体濃度の変化は，陸上に生物が生息することを妨げていた障害を軽減し，その結果，まず植物が陸上に進出した。この陸上植物と系統的に最も近い水中の植物は，光合成色素が共通であることなどから，[4]類であると考えられている。

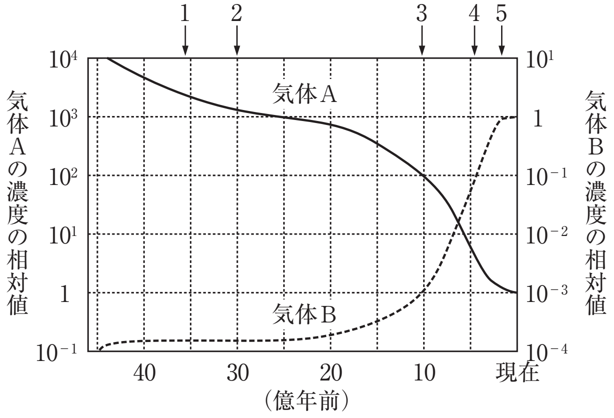


図1

問1　空欄[1]～[4]にあてはまる語を記せ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　下線部(a)について関係の深い科学者を人名群から１名，また，その科学者に関係する語を語群から２つ選び，それぞれ記号で答えよ。

〔人名群〕

ア．パスツール　　イ．ビードル

ウ．ミラー　　エ．ワトソン

〔語　群〕

ア．放電　　イ．DNA

ウ．水素・水蒸気・メタン・アンモニア

エ．白鳥の首フラスコ　　オ．ストロマトライト

カ．コアセルベート

問３　生物が下線部(b)の過程で獲得した代謝系に類似したものは，下記のア～エに示すように，現在の生物にも見られる。ア～エを，それらに対応した代謝系が獲得された順に，年代の古いものから記せ。

ア．$6CO_2 + 12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$

イ．$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O$

ウ．$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

エ．$6CO_2 + 12H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$

問４　下線部(c)について，問３に示した反応式アおよびイに関係の深い細胞小器官の名称をそれぞれ記せ。

問５　下線部(d)について，以下の(1)～(3)に答えよ。

(1)　図１に示された２種類の気体のうち１種類は，陸上に生物が生息できるようになった理由に深く関係している。その気体をＡあるいはＢの記号で答えよ。また，その気体の名称を記せ。

(2)　(1)で答えた気体の濃度変化が，陸上における生物の生息を可能にした理由を，50字以内で記せ。

(3)　陸上植物が現れた時点を，図１中の矢印から選び，数字で記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　確認テスト

生命の誕生は，(ア)原始海洋中に蓄積した物質に由来すると考えられている。地球上で最初に出現した生物は嫌気呼吸をおこなう原核生物であった。この原核生物の中から光合成をおこなう独立栄養生物である（　イ　）が出現して大増殖し，大量の（　ウ　）を放出した結果，海洋中の（　ウ　）濃度が高くなり，好気呼吸をおこなう従属栄養生物が出現した。その後，(エ)細胞小器官をもつ真核生物が出現し，その一部は多細胞化した。大気中の（　ウ　）の増加に伴い，上空に（　オ　）層が形成されたことで，生物に有害な（　カ　）がさえぎられて(キ)生物の陸上進出が可能となった。

問１　下線部(ア)に関するミラーの実験で用いられた混合気体の成分として最も適当なものを選びなさい。

Ａ．CH_4・CO_2・O_2・H_2O　　Ｂ．NH_3・CO_2・CH_4・H_2

Ｃ．NH_3・H_2・CO_2・O_2　　Ｄ．NH_3・CH_4・H_2O・H_2

Ｅ．CO_2・H_2・O_2・CH_4　　Ｆ．H_2O・NH_3・H_2・CO_2

Ｇ．CH_4・NH_3・O_2・H_2O　　Ｈ．CO_2・H_2O・NH_3・O_2

問２　（　イ　）・（　ウ　）に入る語の組み合わせで最も適当なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はイ・ウの順に示してある。

Ａ．コアセルベート・CO_2　　Ｂ．ミトコンドリア・H_2

Ｃ．ミドリムシ・O_2　　Ｄ．緑藻類・O_2

Ｅ．ラン藻類・CO_2　　Ｆ．ミトコンドリア・O_2

Ｇ．ミドリムシ・CO_2　　Ｈ．ラン藻類・O_2

Ｉ．緑藻類・H_2　　Ｊ．コアセルベート・H_2

問３　下線部(エ)の真核生物におけるいくつかの細胞小器官は，原核生物の細胞内共生によりできたと考えられている。ミトコンドリアの祖先として考えられている生物として最も適当なものを選びなさい。

Ａ．好気性細菌　　Ｂ．嫌気性細菌

Ｃ．ラン藻類　　Ｄ．緑藻類

Ｅ．アメーバ状べん毛虫　　Ｆ．ミドリムシ

Ｇ．ケイ藻類　　Ｈ．ストロマトライト

Ｉ．コアセルベート

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　（　オ　）・（　カ　）に入る語の組み合わせで最も適当なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はオ・カの順に示してある。

Ａ．フロン・赤外線　　Ｂ．水蒸気・遠赤外線
Ｃ．フロン・紫外線　　Ｄ．オゾン・遠赤外線
Ｅ．オゾン・紫外線　　Ｆ．水蒸気・紫外線
Ｇ．フロン・遠赤外線　　Ｈ．水蒸気・赤外線
Ｉ．オゾン・赤外線

問５　下線部㈭の完全な陸上生活ができるようになった「は虫類」で初めて形成された器官で最も適当なものを選びなさい。

Ａ．羊　膜　　Ｂ．骨格を持つひれ
Ｃ．原始的肺　　Ｄ．卵　　Ｅ．顎

問６　地球の誕生から現代までを１年に換算し，その間の生物の変遷をたどる試みがしばしばなされている。地球の誕生から現代までを46億年，１年を365日とし，ある人の寿命を73歳と仮定したとき，この人が地球上に存在する時間はおよそ何秒に換算されるか，最も適当なものを選びなさい。

Ａ．0.5秒　　Ｂ．5.0秒　　Ｃ．50秒　　Ｄ．500秒　　Ｅ．5000秒

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　演習問題

問１　１　化学進化　　２　原核生物　　３　真核生物　　４　緑藻
問２　人名　ウ　　語　ア，ウ
問３　ウ→エ→ア→イ
問４　ア　葉緑体　　イ　ミトコンドリア
問５
(1)　B，酸素
(2)　大気中の酸素濃度が増加しオゾン層が形成され，有害な紫外線が吸収され陸上への到達率が低下したから。
(3)　4

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　確認テスト

問1　D　問2　H　問3　A　問4　E　問5　A　問6　A

【解説】

問1　ミラーは原始地球の大気として還元型大気を想定し，化学進化の実証実験を行った。ミラーの仮定した還元型大気はH_2，H_2O，NH_3とCH_4であったが，現在ではH_2O，CO_2，N_2からなる酸化型大気が原始地球の大気組成として有力である。

問2　原核生物のなかで光合成を行うのは，緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などの光合成細菌とラン藻類(シアノバクテリア)のどちらかである。このうち，好気呼吸に必要な酸素を放出するのはシアノバクテリアのみである。

問3　好気性細菌は，酸素を用いて有機物を効率よく分解しエネルギーを得ている。このような好気性細菌の一部が，原核生物の細胞内に共生することによってミトコンドリアへと発達していったと考えられている。葉緑体は，シアノバクテリアの共生によって獲得されたと考えられており，このような共生によって真核生物への進化を説明する説を共生説という。共生説はマーギュリスによって提唱された。

問4　シアノバクテリアや緑藻の光合成によって放出された酸素は，やがて上空にオゾン層を形成した。オゾン層は生物に有害な紫外線を吸収するため，オゾン層の発達によって生物の陸上進出が可能になった。

問5　羊膜は陸上で卵を生むは虫類や鳥類の発生時にみられる胚膜の一種であり，水中に卵を生む両生類ではみられない。ゆえに，Aが正しい。骨格をもつひれは一部の魚類で，原始的な肺は両生類で，顎は魚類で見られている。

問6　1年を秒に直すと，$365\times24\times60\times60$秒となる。ゆえに，46億年を1年に換算したとき，73年がx秒に換算されるとすると，$46\times10^8:365\times24\times60\times60=73:x$が成り立つ。計算すると，$x\fallingdotseq0.5$秒となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。